

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 100 34 569 A 1

(5) Int. Cl. 7:

G 01 L 1/04

G 01 P 3/50

G 01 L 1/22

B 25 J 15/06

B 25 J 18/00

87926

(21) Aktenzeichen: 100 34 569.7
(22) Anmeldetag: 14. 7. 2000
(43) Offenlegungstag: 31. 1. 2002

(71) Anmelder:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE

(74) Vertreter:

von Kirschbaum, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82110
Germering

(72) Erfinder:

Gombert, Bernd, 82284 Grafrath, DE; Dietrich,
Johannes, 82205 Gilching, DE; Senft, Volker, 82229
Seefeld, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE	39 40 696 C2
DE	17 73 870 A1
DD	2 77 330 A1
EP	2 40 023 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen eines Objekts

DE 100 34 569 A1

DE 100 34 569 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen eines Objekts unter Verwendung eines Kraft-Momenten-Sensors. Ferner betrifft die Erfindung Verwendungsmöglichkeiten der Einrichtung.

[0002] Hierfür geeignete Kraft-Momenten-Sensoren sind beispielsweise aus DE 36 11 336 C2 oder EP 0 240 023 B1 bekannt. Mit Hilfe eines solchen Kraftmomentensensors lassen sich Linearverschiebungen und/oder Drehauslenkungen erfassen und beispielsweise direkt in translatorische und rotatorische Bewegungen umsetzen. Damit können beispielsweise Automaten, Roboter Manipulatoren oder ähnliche Systeme gesteuert werden.

[0003] Sowohl die vorstehend angeführten Kraft-Momenten-Sensoren als auch alle gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Kraft-Momenten-Sensoren haben nur eine verhältnismäßig begrenzte Steifigkeit, oder anders ausgedrückt, mit den bekannten Kraft-Momenten-Sensoren können keine großen Kräfte bzw. Drehmomente erfaßt und verarbeitet werden. Beispielsweise treten bei Robotern, an denen Schweißzangen angebracht sind, aufgrund des Hebelarms Drehmomente in der Größenordnung von 100 Nm und mehr auf. Derart hohe Drehmomente können jedoch mit keinem der zur Zeit im Handel befindlichen Kraft-Momenten-Sensoren erfaßt und/oder verarbeitet werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, unter Verwendung eines Kraft-Momenten-Sensors eine Einrichtung zu schaffen, mit welcher Relativbewegungen von Objekten, insbesondere auch von großen und entsprechend schweren Objekten erfaßt werden können.

[0005] Gemäß der Erfindung ist diese Aufgabe mit einer Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale in dessen kennzeichnenden Teil gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Verwendungsmöglichkeiten der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0006] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Einrichtung einen an einem Objekt befestigbaren Eingangsflansch, einen mit einer Grundplatte starr verbundenen weiteren Flansch und ein etwa ringförmig ausgeführtes, einteiliges oder aus nebeneinander angeordneten Elementen etwa ringförmig ausgeführtes, mehrteiliges Zwischenteil auf, das zwischen den beiden Flanschen angeordnet, mit diesen verdreh- und verschiebungssicher verbunden ist und aus einem Elastomer oder Gießharz, beispielsweise duroplastischem Polyurethan, besteht. Hierbei ist eine im inneren Bereich des Zwischenteils vorgesehene Erfassungseinheit mit Kraft-Momenten-Sensor in der Mitte des Eingangsflansches an diesem so befestigt, daß das Zwischenteil nicht berührt wird.

[0007] Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung kann im mittleren Bereich des etwa ringförmig ausgeführten ein- oder mehrteiligen Zwischenteils ein in dessen Inneres vorstehendes Verbindungsteil vorgesehen sein, an welchem die Erfassungseinheit mit Kraft-Momenten-Sensor befestigt ist. Im Unterschied zu der zuerst beschriebenen Ausführungsform der Erfindung, bei welcher die translatorischen und rotatorischen Relativbewegungen vollständig erfaßt und umgesetzt werden, stehen bei der danach beschriebenen Ausführungsform jeweils nur etwa die halben translatorischen und rotatischen Werte für eine Auswertung zur Verfügung.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann das mehrteilige Zwischenteil aus etwa ringförmigen Abschnitten mit etwa rechteckigem Querschnitt oder auch aus etwa kreisförmig angeordneten quaderförmigen Elementen gebildet sein. Ferner kann das mehrteilige Zwischenteil auch aus etwa kreisförmig angeordneten zylinder-

förmigen Elementen mit einem quadratischem, rechteckigem, polygonalem und/oder auch kreisförmigem Querschnitt ausgeführt sein.

[0009] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung können sowohl das etwa kreisringförmig ausgeführte einteilige Zwischenteil als auch das aus gleichen und/oder unterschiedlichen Elementen bestehende, etwa ringförmig ausgeführte mehrteilige Zwischenteil, vorzugsweise nach Art eines Fachwerks angeordnete, gleich und/oder unterschiedlich dimensionierte Stege und/oder auch Streben enthalten. Darüber hinaus können die Elemente eines mehrteiligen Zwischenteils auch als ein Hohlkörper mit kreuz- und/oder gitterförmiger Struktur ausgebildet sein.

[0010] Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung können bei Verwenden von beispielsweise aus DE 36 11 336 C2 oder EP 0 240 023 B1 bekannten Kraft-Momenten-Sensoren, mit welchem beispielsweise translatorische Verschiebungen in der Größenordnung von maximal bis zu $\pm 1,5$ mm bzw. rotatorische Bewegungen in der Größenordnung von wenigen Winkelgrad erfaßt werden können, in Abhängigkeit von der Bemessung und Auslegung des aus Elastomer oder Gießharz hergestellten Zwischenteils auch durch Objekte mit einem Gewicht von weniger als einem Kilopond (kp) bis zu mehreren hundert Tonnen (t) hervorgerufene Relativbewegungen erfaßt und damit letztendlich gemessen werden.

[0011] Beispielsweise kann, um die vertikale Ausrichtung eines Kran zu kontrollieren bzw. sich andeutende Kipp- oder Neigebewegungen festzustellen, dieser Kran auf einer entsprechend bemessenen Plattform montiert werden, unter welcher wiederum eine Anzahl von drei, vier oder mehr der erfindungsgemäßen Einrichtungen angeordnet sind, deren Zwischenelemente entsprechend den zu erwarteten Belastungen bzw. Beanspruchungen ausreichend dimensioniert sind.

[0012] Durch eine solche Anordnung von erfindungsgemäß ausgeführten Einrichtungen unter der Plattform, auf welcher der Kran montiert ist, wird jede geringfügige Abweichung von der Vertikalität und somit jeder sich andeutende Neigewinkel ohne Schwierigkeit sofort erfaßt, so daß gegebenenfalls rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergripen werden können. Auf diese Weise kann beispielsweise auch ein Einknicken eines Lastkrans zu vermeiden.

[0013] Statt eines Kran kann auf einer entsprechend dimensionierten Plattform beispielsweise auch ein Roboter, eine Werkzeugmaschine sowie jede in Funktion und Ausführung entsprechend ausgelegte Maschine montiert werden. Eine weitere Einsatzmöglichkeit der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, diese beispielsweise am Ende eines Roboterarms und beispielsweise einer von dem Roboter bewegten Halte- oder Greifvorrichtung anzubringen.

[0014] Ferner können die erfindungsgemäßen Einrichtungen bei der Kraftfahrzeug-Endmontage in vorteilhafter Weise eingesetzt werden, indem jeweils mindestens eine der erfindungsgemäßen Einrichtungen in oder an Dornen von Gestellen vorgesehen wird, auf welchen Rahmen positioniert sind, an die wiederum weitere Rahmen- und/oder Karosserieteile eines zu erstellenden Kraftfahrzeugs, beispielsweise mittels Schweißzangen befestigt werden.

[0015] Sobald über die vom Roboter gesteuerte Schweißzange ein erster Punkt gesetzt ist, wird dadurch eine Kraft bzw. Druck auf das Gestell ausgeübt. In diesem Moment werden von jedem Sensor der in oder an den Dornen vorgesehenen erfindungsgemäßen Einrichtungen sechs mögliche Freiheitsgrade erfaßt und gemessen.

[0016] Das bedeutet, bei beispielsweise vier Kraft-Momenten-Sensoren, die an oder in vier verschiedenen Dornen des Gestells vorgesehen sind, ergeben sich (4×6) Freiheits-

grade, d. h. es können gewissermaßen 24 sogenannte Eingangsneurosen trainiert werden, die ausgewertet werden können, wodurch dann genau festgelegt ist, wo der erste Schweißpunkt gesetzt worden ist.

[0017] Bei dem nächsten, d. h. zweiten Schweißpunkt kann auf diese Weise sichergestellt werden, daß er richtig gesetzt ist. Somit kann durch Verwenden der erfundungsgemäßen Einrichtungen bzw. der in diesen vorgesehenen Kraft-Momenten-Sensoren eine absolute Positioniergenauigkeit zwischen Roboter und Rahmen hergestellt werden, mit der Folge, daß auch alle weiteren Schweißpunkte sehr exakt gesetzt werden.

[0018] Dasselbe Ergebnis kann auch erreicht werden, wenn erfundungsgemäße Einrichtungen unter einen Roboter gesetzt werden. Dadurch kann eine vom Roboter ausgeübte Kraft als Reaktionskraft gemessen werden und zusätzlich genau die Stelle festgelegt werden, an welcher die ausgeübte Kraft aufgebracht worden ist. Somit muß die erfundungsgemäße Einrichtung nicht unbedingt in einem Robotergelenk angebracht werden, sondern wie bereits ausgeführt, kann der Roboter auf eine entsprechend dimensionierte Plattform montiert werden, unter welcher eine Anzahl von beispielsweise drei, vier oder mehr Einrichtungen mit jeweils einem Kraft-Momenten-Sensor angeordnet sind.

[0019] Die erfundungsgemäße Einrichtung kann ferner auch beispielsweise im Sicherheitsbereich einer Bank zum Einsatz kommen. Für diesen Fall werden unter einer entsprechend bemessenen Laufplatte eine Anzahl der erfundungsgemäßen Einrichtungen mit Kraft- und Momenten-Sensoren angeordnet. Sobald eine Person über eine in der vorstehend beschriebenen Weise "präparierten" Platte läuft, kann deren Schrittfolge und Gangart genau aufgezeichnet werden, wodurch ein nur für diese Person typisches Laubild erhalten wird, das genau so einmalig ist wie beispielsweise ein Fingerabdruck.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

[0021] Fig. 1 in einer perspektivischen Wiedergabe eine schematische teilweise aufgeschnittene Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen;

[0022] Fig. 2 ebenfalls in perspektivischer Wiedergabe eine schematische, teilweise aufgeschnittene Darstellung einer Modifizierung der in Fig. 1 wiedergegebenen Ausführungsform;

[0023] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer einen optoelektronischen Kraft-Momenten-Sensor enthaltenden Erfassungseinheit mit teilweise aufgeschnittener Kappe, und

[0024] Fig. 4 die in der Erfassungseinheit von Fig. 3 vorgesehene opto-elektronische Anordnung.

[0025] In Fig. 1 ist in einer perspektivischen Wiedergabe eine erste schematische, teilweise aufgeschnittene erste Ausführungsform einer in ihrer Gesamtheit mit 10 bezeichneten Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen dargestellt. In Fig. 1 weist die Einrichtung 10 einen kreisförmigen Eingangsflansch 12 auf, der mit einem Halterungsring 121 eine Einheit bildet, in welcher eine Anzahl vorgezugsweise mit Innengewinde versehener Bohrungen 122 vorgesehen sind. An dem Halterungsring 121 wird das Objekt, dessen Relativbewegungen erfaßt werden sollen; beispielsweise mittels Schrauben befestigt.

[0026] In der Darstellung der Fig. 1 ist unterhalb des Eingangsflansches 12 ein etwa ringförmig ausgeführtes einteiliges Zwischenteil 14 vorgesehen, das eine etwa rechteckige, in der aufgeschnittenen Darstellung schraffiert wiedergegebene Querschnittsfläche mit Entformungsschräge aufweist.

Das Zwischenteil 14 besteht aus Elastomer oder Gießharz, wie beispielsweise duroplastischem Polyurethan. In im Eingangsflansch 12 vorgesehene Öffnungen 120 kann bei großen Belastungen gegebenenfalls Material des Zwischenteils 14 ausweichen.

[0027] An der dem Eingangsflansch abgewandten Unterseite des Zwischenteils 14 ist über ein in der aufgeschnittenen Darstellung dunkel wiedergegebenes Verbindungselement 18 ein weiterer Flansch 13 vorgesehen, welcher auf einer in der Darstellung der Fig. 1 kreisförmigen Grundplatte 11 befestigt ist. Von der Grundplatte 11 stehen in Richtung des Zwischenteils 14 für eine korrekte kartesische Orientierung benötigte Indexbolzen 14 vor.

[0028] Um eine verdreh- und verschiebungssichere Verbindung zwischen dem Eingangsflansch 12 einerseits und dem Verbindungselement 18 bzw. dem Flansch 13 zu gewährleisten, sind beispielsweise sowohl die Unterseite des Eingangsflansches 12, die Ober- und Unterseiten des Zwischenteils 14 sowie des Verbindungselements 18 und die dem Zwischenelement 14 zugewandte Fläche des Flansches 13 mit in der Darstellung der Fig. 1 nicht näher wiedergegebenen Riffelungen u. ä. versehen.

[0029] Im mittleren freien Bereich des etwa kreisringförmig ausgeführten Zwischenteils 14 ist eine in ihrer Gesamtheit mit 15 bezeichnete Erfassungseinheit wiedergegeben, in deren Inneren beispielsweise ein sowohl in Fig. 3 als auch in Fig. 4 schematisch wiedergegebener aus DE 36 11 336 C2 oder EP 0 240 023 B1 bekannter Kraft-Momenten-Sensor 1 in Form einer optoelektronischen Anordnung vorgesehen ist. Die Erfassungseinheit 15 weist in der dargestellten Ausführungsform eine Kappe 150 auf, deren kreiszylinderförmiger Randbereich in eine gewölbte Kappenoberfläche 151 übergeht.

[0030] Die gewölbte Kappenoberfläche 151 ist mittels eines Befestigungselement 17, beispielsweise in Form einer Imbusschraube, in der Mitte des Eingangsflansches 12 befestigt. Wie nachstehend noch im einzelnen beschrieben wird, kann der kreiszylinderförmige Randbereich der Kappe 150 beispielsweise mit einem zylindrischen Ring 5 verbunden sein, an welchem bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform eine Anzahl photoempfindlicher Detektoren 4-1 bis 4-6 angebracht sind.

[0031] Sobald durch ein an dem Eingangsflansch 12 befestigtes Objekt Kräfte und/oder Drehmomente auf die Erfassungseinheit 15 mit dem Kraft-Momenten-Sensor 1 ausgeübt werden, bewirken sowohl die Kräfte als auch die Drehmomente eine entsprechende Verformung des Zwischenelements 14. Die dabei entstehenden translatorischen bzw. rotatorischen Relativbewegungen zwischen dem Eingangsflansch 12 und dem auf der Grundplatte befestigten Flansch 13 werden durch das Befestigungselement 17 von dem Eingangsflansch 12 über die gewölbte Kappenoberfläche 151 an den mit der Kappe 150 in der vorstehend beschriebenen Weise verbundenen Ring 5 der als Kraft-Momenten-Sensor dienenden opto-elektronischen Anordnung übertragen. Aufbau und Wirkungsweise der opto-elektronischen Anordnung werden nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 und 4 im einzelnen näher erläutert.

[0032] Der einzige Unterschied zwischen der Ausführungsform der erfundungsgemäßen Einrichtung 10 in Fig. 1 und der Einrichtung 10' in Fig. 2 besteht darin, daß im Unterschied zu Fig. 1 die Erfassungseinheit 15 mit dem in ihrem Inneren vorgesehenen Kraft-Momenten-Sensor 1 nicht an dem Eingangsflansch befestigt ist, sondern in Fig. 2 über den kreiszylinderförmigen Rand der Kappe 150 mit einem Verbindungsteil 19 verbunden ist, das im mittleren Bereich des Zwischenteils 14 verdrehsicher gehalten ist.

[0033] Aufgrund der Übertragung über das im mittleren

chen Detektoren (4-1 bis 4-6) auf der Innenseite eines zylindrischen Ringes (5) entsprechend ausgerichtet angeordnet sind, der an der Innenseite einer Kappe (8) der Erfassungseinheit (15) fest angebracht ist und der über zwischen dem Ring (5) und einer in der Mitte die lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) tragenden Halterungseinrichtung (6) vorgesehene Federelemente (7) bezüglich der stationären Anordnung aus den mindestens sechs lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) und den diesen jeweils zugeordneten mindestens sechs Schlitzblenden (3-1 bis 3-6) so bewegbar ist, daß der Ring (5) immer wieder in seine Ausgangslage zurückkehrt.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die positionsempfindlichen Detektoren (4-1 bis 4-6) bezüglich der stationären Anordnung aus den lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) ortsfest und entsprechend ausgerichtet angeordnet sind, und die Schlitzblenden (3-1 bis 3-6), die gemeinsam auf einem mit der Innenseite der gewölbten Kappenoberfläche (151) der Erfassungseinrichtung (15) verbundenen Tragteil angeordnet sind, über zwischen dem Tragteil und der stationären Anordnung aus den positionsempfindlichen Detektoren (4-1 bis 4-6) und den lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) vorgesehene Federelemente (7) so bewegbar sind, daß das Tragteil und somit die auf ihm angeordneten Schlitzblenden (3-1 bis 3-6) immer wieder in ihre Ausgangslage zurückkehren.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 9, 10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens sechs lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) in einer Halteeinrichtung (6) untergebracht sind, mit der ein zylindrischer Ring (3) fest verbunden ist, in welchem in den gleichen Winkelabständen wie die an der Halterungseinrichtung (6) angebrachten lichtemittierenden Einrichtungen (2-1 bis 2-6) und diesen in radialer Richtung gegenüberliegend abwechselnd hinsichtlich ihrer Hauptausdehnungsrichtung jeweils um 90° gegeneinander versetzten Schlitzblenden (3-1 bis 3-6) vorgesehen sind.

15. Verwendung einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Einrichtung (10, 10') am Ende eines Roboterarms zwischen diesem und beispielsweise einer Halte- oder Greifvorrichtung angebracht ist.

16. Verwendung von Einrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei eine Anzahl von mindestens drei oder vier der Einrichtungen (10, 10') unter einer Plattform angeordnet sind; auf welcher ein Roboter, eine Werkzeugmaschine, ein Kran oder eine in Funktion und Ausführung entsprechend ausgelegte Maschine montiert ist.

17. Verwendung von Einrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 14 bei der Kraftfahrzeug-Endmontage, wobei mindestens eine der Einrichtungen (10, 10') in oder an jedem der Dorne von Gestellen vorgesehen ist, auf denen Rahmen positioniert sind, an die weitere Rahmen- und/oder Karosserieteile eines Kraftfahrzeugs mittels Schweißzangen befestigt werden.

18. Verwendung von Einrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei eine Anzahl der Einrichtungen (10, 10') unter einer vor dem Zugang zu einem Sicherheitsbereich angeordneten Laufplatte angeordnet sind.

5

10

20

25

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

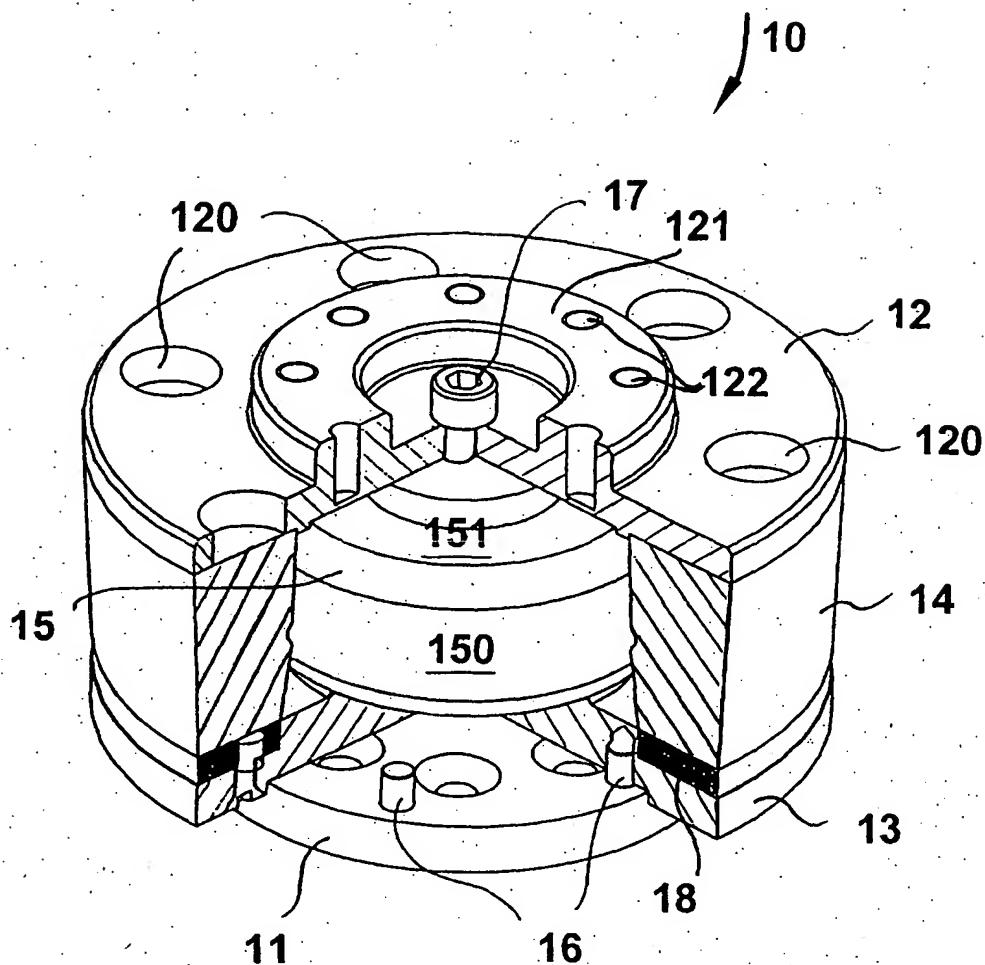


Fig.2

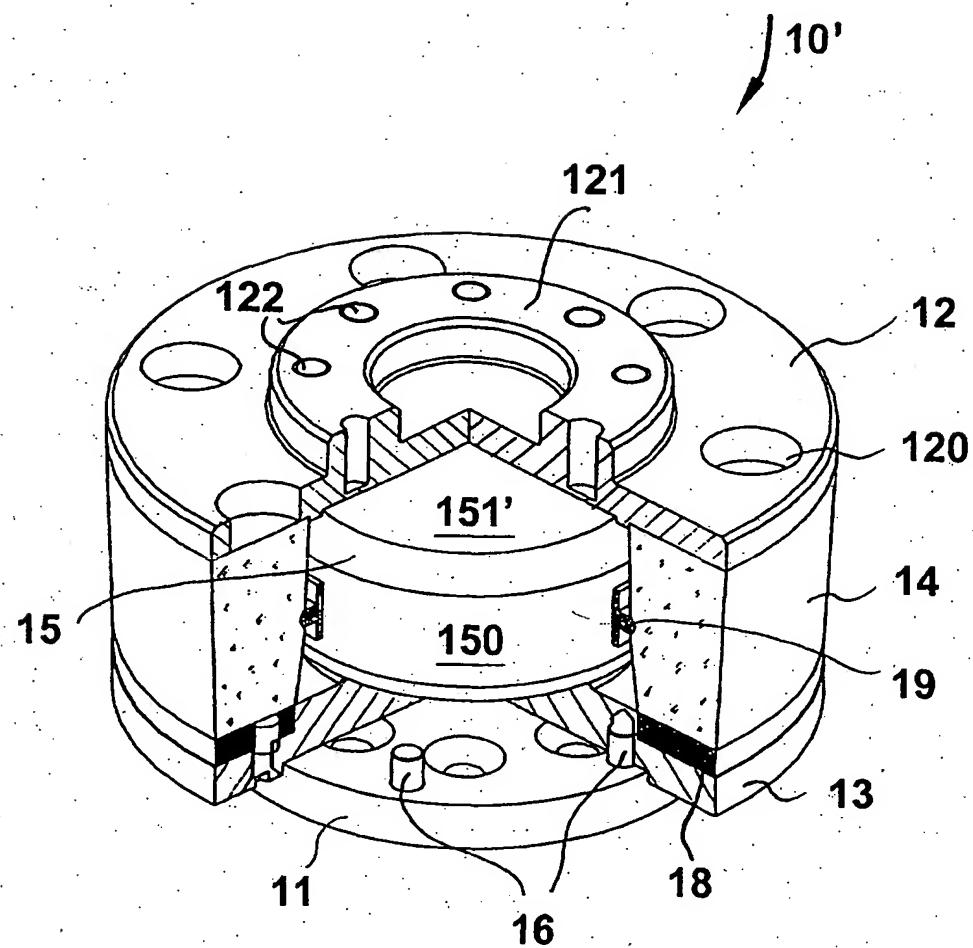


Fig.3

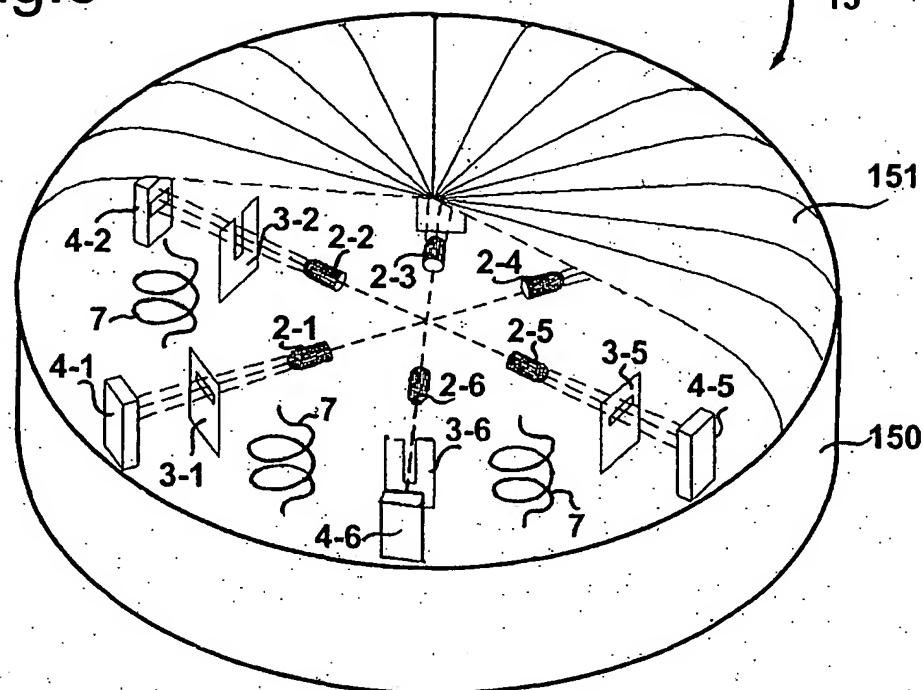


Fig.4

